



【特許請求の範囲】

【請求項1】入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅する画像処理手段を具える画像処理装置において、上記画像処理手段は、

上記入力画像データの上記エッジを保存したまま上記入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化手段と、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調手段とよりなり、更に上記平滑化手段は、上記入力画像データ各々に対して非線形変換を施し非線形画像データを生成する非線形変換手段と、上記非線形画像データに対して、非線形デジタルフィルタを施し非線形平滑化画像データを生成する非線形フィルタリング手段と、上記非線形平滑化画像データに対して上記非線形変換手段の逆変換を施して平滑化画像データを生成する非線形逆変換手段とを具えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】上記非線形フィルタリング手段は、中心画素とその近傍画素の差分値に基づいて平滑化の度合いを適応的に変化させることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】上記非線形変換手段は、上記差分値の大きさが上記画像データを撮像した際の照明光の強さに依存しないように上記入力画像データの値を変換することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】上記非線形フィルタリング手段は直列に接続された大きさが異なる複数の非線形フィルタからなることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】上記非線形フィルタリング手段は直列に接続された大きさが異なる複数の非線形フィルタからなり、かつ小さいフィルタほど後段に位置することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項6】入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅する画像処理を施す画像処理方法において、

上記入力画像データの上記エッジを保存したまま上記入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成し、上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成するステップよりなり、更に、上記入力画像データのうち雑音成分を除去し雑音除去画像データを生成し、

上記平滑化画像データを上記雑音除去画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成するステップを含み、更に、

上記入力画像データ各々に対して非線形変換を施し非線形画像データを生成し、

上記非線形画像データに対して非線形デジタルフィルタを施し非線形平滑化画像データを生成し、

上記非線形平滑化画像データに対して上記非線形変換手段の逆変換を施して平滑化画像データを生成するステップを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項7】中心画素とその近傍画素の差分値に基づいて平滑化の度合いを適応的に変化させて上記非線形平滑化画像データを生成することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【請求項8】上記差分値の大きさが上記画像データを撮像した際の照明光の強さに依存しないように上記入力画像データの値を変換することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【請求項9】大きさが異なる複数の非線形フィルタを直列的に上記非線形画像データに施して上記非線形平滑化画像データを生成することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【請求項10】大きさが異なる複数の非線形フィルタを、その大きさが大きいものから順に直列的に上記非線形画像データに施して上記非線形平滑化画像データを生成することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像処理装置及びその方法に関し、例えばビデオカメラに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ビデオカメラにおいては、固体撮像素子（CCD：Charge Coupled Device）によって撮像された画像のコントラスト（明暗の差）及び鮮鋭度（境界の明確さ）を向上させる方法として、階調変換によるコントラスト強調方法や画像中の高域成分のコントラストを強調する高域成分強調方法が考えられている。

【0003】コントラスト強調方法としては、画像の各画素に対して、その画素レベルを所定の入出力関係を持つ関数（以下、これをレベル変換関数と呼ぶ）で変換するトーンカーブ調整や、画素レベルの頻度分布に応じてレベル変換関数を適応的に変化させるヒストグラムライゼーションと呼ばれる方法が提案されており、また高域成分強調方法としては、画像からエッジを抽出し、当該抽出したエッジを強調するいわゆる輪郭強調処理を行うアンシャープマスクと呼ばれる方法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところでコントラスト強調方法においては、画像の全ダイナミックレンジ（最大レベルと最小レベルの差）のうち一部の輝度域しかコントラストを向上させることができない問題があること

に加えて、トーンカーブ調整の場合には画像の最明部と最暗部において、またヒストグラマイコライゼーションの場合には頻度分布の少ない輝度域付近において、逆にコントラストが低下するという問題があった。さらに高域成分強調方法においては、画像の高域成分のコントラストのみが強調され、これにより画像のエッジ付近が不自然に強調され、画質が劣化することを避け得ない問題があった。

【0005】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させ得る画像処理装置及びその方法を提案しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅することにより、エッジ以外の部分を強調して表示することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0008】(1) 第1の実施の形態

図1において、1は全体として第1の実施の形態のビデオカメラの構成を示し、固体撮像素子(CCD: Charge Coupled Device) 2によって撮像された入力画像データS1を画像処理回路3の遅延回路4及び非線形平滑化器5に入力する。ここで入力画像データS1は、2次元デジタル画像であり、画像上の位置(i, j)に対応する画素値を $x(i, j)$ と表す。

【0009】非線形平滑化器5は、この入力画像データS1の中から画素値の変化が急峻なエッジ成分を抽出し、当該エッジ成分に対しては平滑化することなくそのまま出力するのに対して、エッジ成分以外の小振幅成分に対しては平滑化することにより、入力画像データS1のエッジ成分を保存したまま当該入力画像データS1を平滑化する。

【0010】具体的には非線形平滑化器5は、図2に示すように、入力画像データS1を線形ローパスフィルタ10に入力する。線形ローパスフィルタ10は、入力画素

$$y_n = \sum_{k=-N}^N a_k \cdot w_{n-k}$$

$$\sum_{k=-N}^N a_k = 1$$

$$|x_n - x_{n-k}| \leq \varepsilon \text{ のとき } w_{n-k} = x_{n-k}$$

$$|x_n - x_{n-k}| > \varepsilon \text{ のとき } w_{n-k} = x_n$$

【0014】によって表される。

【0015】すなわちεフィルタ12Aは、フィルタ処理の中心画素pnの画素値xnと画素pn-kの画素値xn-kとの差の絶対値|x<sub>n</sub> - x<sub>n-k</sub>|を所定の閾値εと比較する。その結果、εフィルタ12Aは、絶対値|x

\*画像データS1のうち極めて高い周波数成分の信号レベルを減衰させ、その結果得た画像データS2をルックアップテーブル11に送出する。このように線形ローパスフィルタ10は、入力画像データS1のうち極めて高い周波数成分の信号レベルを減衰させることにより、後段のεフィルタ12によって平滑化処理を行う際、振幅の大きい高周波成分が十分平滑化されず点状のノイズとして画像上に残存することを防止している。因みに、この線形ローパスフィルタ10は、1次元の線形ローパスフィルタを画像の水平方向及び垂直方向にそれぞれ適用することによって構成されるか、又は2次元の線形ローパスフィルタによって構成される。

【0011】ルックアップテーブル11は、画像データS2に対して例えば対数変換のような階調変換を施し、その結果得た画像データS3をεフィルタ12Aに送出する。ところで、後段のεフィルタ12は画像データの振幅に応じて適応的な平滑化処理を行うが、一般に画像データの振幅の大きさは、撮像対象を照射している照明光の強さに比例して大きくなる。そこでルックアップテーブル11は、予め画像データS2に対して対数変換を施すことにより、後段のεフィルタ12において平滑化処理を行う際、照明条件によらず同一の平滑効果を得ることを可能にする。これと共にルックアップテーブル11は、例えば画像の暗い領域や明るい領域で平滑効果を高くすることにより、後段の画像強調処理による強調度合いを増加させるなど、画素値に応じて平滑効果を制御することも可能にする。

【0012】非線形平滑化フィルタであるεフィルタ12Aは、画素値の急峻な変化を損なうことなく当該画素値を平滑化する際に有効なデジタルフィルタであり、ルックアップテーブル11から供給される画像データS3のエッジを保存したまま当該画像データS3を平滑化し、その結果得た平滑化画像データS4Aをεフィルタ12Bに送出する。このεフィルタ12Aにおける平滑化処理は、フィルタ処理用の画素が1次元で2N+1タップの場合、次式

【0013】

【数1】

$$\dots\dots (1)$$

n - xn-k | が所定の閾値εよりも小さいと判断した場合には、wn-kに画素値xn-kを代入し、akを各タップ係数とした通常の線形ローパスフィルタと同様の処理を実行することにより、中心画素pnを中心として画像を一樣に平滑化する。

5

【0016】これに対して $\varepsilon$ フィルタ12Aは、絶対値 $|x_n - x_{n-k}|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ よりも大きいと判断した場合には、 $w_{n-k}$ に画素値 $x_n$ を代入し、画素 $p_{n-k}$ の画素値 $x_{n-k}$ を中心画素 $p_n$ の画素値 $x_n$ に置き換えた後に当該中心画素 $p_n$ を中心としてローパスフィルタ処理を行うことにより、画素値 $x_{n-k}$ を無視して画素値 $x_n$ 近傍の画素値のみで平滑化を行う。

【0017】 $\varepsilon$ フィルタ12Aは、例えば図3に示すように、急峻なエッジの前で画素値の差の絶対値が所定の閾値 $\varepsilon$ を超える場合、中心画素 $p_n$ を中心としてローパスフィルタ処理を行う際には画素 $p_m$ の画素値 $x_m$ を中心画素 $p_n$ の画素値 $x_n$ に置き換えてローパスフィルタ処理を施すことにより、画素値 $x_n$ の近傍で平滑化することに対して、画素 $p_m$ を中心としてローパスフィルタ処理を行う際には画素値 $x_m$ 近傍で平滑化する。

【0018】このとき $\varepsilon$ フィルタ12Aは、フィルタ処理を行う範囲内に画素値 $x$ の近い画素 $p$ が存在しないエッジ部分の画素 $p$ では、当該エッジ部分の画素 $p$ の画素値 $x$ をほぼそのまま出力することにより、エッジの急峻な変化をそのまま保存する。因みに、 $\varepsilon$ フィルタ12Aは、線形ローパスフィルタ10と同様に、1次元の $\varepsilon$ フィルタを画像の水平方向及び垂直方向にそれぞれ適用することによって構成される場合と、2次元の $\varepsilon$ フィルタによって構成される場合とがある。

【0019】ところで $\varepsilon$ フィルタ12Aの後段には、当該 $\varepsilon$ フィルタ12Aと同様の構成でなる $\varepsilon$ フィルタ12B〜12Nが順次接続され、平滑化画像データS4Aに対して順次平滑化処理を施すことにより平滑化画像を向上させるようになされている。このようにして、エッジ以外の成分が十分に平滑化された平滑化画像データS4Nが得られ、後段のルックアップテーブル13に供給される。

【0020】ここで図4は、フィルタ処理用の画素が1次元で7タップの場合の $\varepsilon$ フィルタ12Aの構成を示し、レジスタ列20A〜20Fとセレクト21A〜21Fと増幅器23A〜23Gと加算器24とから構成されている。レジスタ列20Aは、図3に示すように、それぞれ1画素分の画素値を保持するレジスタ22A〜22Eを直列に接続することによって構成され、レジスタ列20B〜20Fについてもレジスタ列20Aと同様に構成されている。

【0021】セレクト21Aは、図6に示すように、例えば図3に示す中心画素 $p_n$ の画素値 $x_n$ を加算器30及びセレクト31に入力すると共に、画素 $p_m$ の画素値 $x_m$ を加算器30及びセレクト31に入力する。加算器30は、画素値 $x_n$ と画素値 $x_m$ の差をとり、その結果を絶対値変換器32に送出する。絶対値変換器32は、画素値 $x_n$ と画素値 $x_m$ の差の絶対値 $|x_n - x_m|$ を求め、これを大小比較器33に送出する。

【0022】大小比較器33は、この絶対値 $|x_n - x$

6

$m$ と所定の閾値 $\varepsilon$ とを比較し、その比較結果をセレクト31に送出する。セレクト31は、絶対値 $|x_n - x_m|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ よりも小さい場合には、画素値 $x_m$ を選択して後段の増幅器23Aに送出するのに対して、絶対値 $|x_n - x_m|$ が所定の閾値 $\varepsilon$ よりも大きい場合には、画素値 $x_n$ を選択して後段の増幅器23Aに送出する。

【0023】セレクト21B〜21Fは、それぞれセレクト21Aと同様に構成され、選択した画素 $p$ の画素値 $x$ をそれぞれ対応する後段の増幅器23B及び23C並びに23E〜23Gに送出する。増幅器23Dは、レジスタ列20Cから中心画素 $p_n$ の画素値 $x_n$ が供給されるようになされている。

【0024】増幅器23A〜23Gは、入力される画素値 $x$ に対してそれぞれタップ係数 $a_k$ を乗算するためのものであり、その演算結果をそれぞれ加算器24に送出して当該加算器24において加算した後、これを平滑化画像データS4Aとして $\varepsilon$ フィルタ12Bに送出する。

【0025】なお、この平滑化処理ではエッジ以外の部分では可能な限り変化の少ない画像を生成することが望ましいが、そのためには $\varepsilon$ フィルタ12Aにおいて、非常に大きなフィルタを用いる必要がある。しかし、用いるフィルタを大きくした場合、全画素にタップ係数 $a_k$ を乗算すると後段のセレクト21A〜21Fや増幅器23A〜23Gの数も増加させなければならず、回路規模が増大する。そこで、本実施の形態では、各レジスタ列20をそれぞれ数画素分のレジスタ22によって構成し、これ以降の演算処理に対しては各レジスタ列20の先頭の1画素のみに施すようにすることにより、後段の回路規模を増加させることなく、空間的に広い範囲をカバーする $\varepsilon$ フィルタを実現している。例えば、7タップの $\varepsilon$ フィルタに対し、レジスタ22の数を2とした場合、同等な回路規模で図13に示すような13画素 $\times$ 13画素の大きなフィルタを構成することが可能となる。但し、このように数画素おきのみに有意な係数を持つフィルタは大きな平滑化効果が期待できる反面、一般的にサイドローブが大きくなる傾向があり、不要な高周波数成分が平滑化画像データに残存しやすくなる。レジスタ22の数を変化させて構成したフィルタの周波数応答の比較を図14に示す。横軸はナイキスト周波数を0.5として正規化した周波数であり、縦軸はフィルタの周波数応答を表している。Filter A、Filter B、及びFilter Cはそれぞれレジスタ22の数が1、2、及び3の場合に対応しており、それぞれの実際のフィルタ係数は図15に示すとおりである。図14からもレジスタ22の数が多いほどサイドローブが増加していることがわかる。そこで本実施の形態ではこの問題を回避するために、レジスタ列20A〜20F内のレジスタ22の数を除いて同様の構成を持つ複数の $\varepsilon$ フィルタ12A〜12Nを直列に接続することで、平滑化効果とサイドローブの抑制

を両立させている。すなわち、レジスタ22の数が多いεフィルタによって大きな平滑化効果を得るとともに、レジスタ22の数が少ないεフィルタにより、他のフィルタのサイドローブを通過した不要な高周波数成分を除去する。ここで、εフィルタはエッジ周辺部において高周波数成分を通過させる性質があるため、レジスタ22の数が少ないεフィルタを先に用いた場合、そのメインローブを通過した周波数成分が、エッジ周辺部では後段のεフィルタによって十分減衰されない可能性がある。従って、良好な平滑化効果を得るためには、レジスタ22の数の多いものから順に適用していくことが望ましい。

【0026】ルックアップテーブル13は、εフィルタ12Nから供給される平滑化画像データS4Nに対して、ルックアップテーブル1が施した対数変換の逆変換を施し、その結果得た平滑化画像データS10を線形ローパスフィルタ35に送出する。線形ローパスフィルタ35は、エッジを保存したまま平滑化された平滑化画像データS10のエッジを僅かに鈍らせることにより平滑化画像データS11を生成し、これを加算器40及び41（図1）に送出する。これにより、後段の画像強調処理においてエッジ近傍での画像の滑らかさを保持することができる。

【0027】図1に戻って、遅延回路4は、CCD2によって撮像された入力画像データS1を所定量遅延させ、これを平滑化画像データS15として加算器40に送る。

$$y(i, j) = g(i, j) \times (x(i, j) - s(i, j)) + s(i, j) \quad \dots\dots (2)$$

【0032】によって表される。この（2）式において、ゲイン係数 $g(i, j)$ を全画面に一樣なゲイン係数 $G$ に置き換えると共に、平滑化画像データS11の各画素値 $s(i, j)$ を入力画像データS1のダイナミックレンジの中央値又は全画素値の平均値 $C$ に置き換える。

$$y(i, j) = G \times (x(i, j) - C) + C \quad \dots\dots (3)$$

【0034】のように表される。

【0035】また、上述の（2）式において、ゲイン係数 $g(i, j)$ を全画面に一樣なゲイン係数 $G$ に置き換えると共に、平滑化画像データS11の各画素値 $s(i, j)$ を入力画像データS1の各画素値 $x(i, j)$ に線形ローパスフィルタ処理を施した画像データの★

$$y(i, j) = G \times (x(i, j) - f(i, j)) + f(i, j) \quad \dots\dots (4)$$

【0037】のように表される。

【0038】このように、従来のコントラスト強調方法は、画像の各画素毎に独立して画像強調処理を行う方法であると共に、従来の高域成分強調方法は、中心画素の周辺に存在する周辺画素との相対的なレベル差を基に画像強調処理を行う方法であるのに対して、本実施の形態による方法は、非線形平滑化フィルタを用いて従来のコントラスト強調方法及び高域成分強調方法を統合し、一段と高品位な画像強調処理を可能にしている。

【0039】以上の構成において、画像処理回路3は、

※出する。加算器40は、加算器41及び乗算器42と共に画像強調手段を構成し、遅延画像データS15の各画素値 $x(i, j)$ から平滑化画像データS11の各画素値 $s(i, j)$ を減算し、その結果得た差分画像データS16を乗算器42に送出する。

【0028】乗算器42は、差分画像データS16の各画素値 $(x(i, j) - s(i, j))$ にそれぞれゲイン係数 $g(i, j)$ を乗算して増幅し、その結果得た差分画像データS17を加算器41に送出する。ここでゲイン係数 $g(i, j)$ は、全画面に対して一樣な値、又は各画素 $(i, j)$ 毎に設定された値を用いる。

【0029】加算器41は、乗算器42から供給される差分画像データS17の各画素値 $g(i, j) \times (x(i, j) - s(i, j))$ に対して、加算器40によって減算されたオフセット分である平滑化画像データS11の各画素値 $s(i, j)$ を加算し、その結果得た出力画像データS18をカメラ信号処理回路45に送出する。カメラ信号処理回路45は、出力画像データS18に対して所定のデータ処理を施し、その結果得た出力画像データS19をVTR（Video Tape Recorder）46に送出して記録する。

【0030】画像処理回路3から出力される出力画像データS18の各画素値 $y(i, j)$ は、次式

$$[0031]$$

$$[数2]$$

※と、この（2）式は、従来のトーンカーブ調整によるコントラスト強調方法を示す次式

$$[0033]$$

$$[数3]$$

$$\dots\dots (3)$$

★各画素値 $f(i, j)$ に置き換えると、この（2）式は、従来のアンシャープマスクによる高域成分強調方法を示す次式

$$[0036]$$

$$[数4]$$

$$\dots\dots (4)$$

非線形平滑化器5によって入力画像データS1のエッジ成分を保存したまま当該入力画像データS1を平滑化して平滑化画像データS11を生成する。そして画像処理回路3は、この平滑化画像データS11をオフセット分として元画像である遅延画像データS15から減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した後、オフセット分である平滑化画像データS11を加算する。

【0040】従って、入力画像データS1のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外的小振幅成分の信号レベルを強調することができ、かくして画像のダイ

9

ナミックレンジを維持しながら画像全体のコントラストを向上させることができると共に、エッジ付近でも画像の鮮鋭度を向上させることができる。これによりビデオカメラ1は、霞んだ遠景の撮影や霧の中での撮影でも、ダイナミックレンジ及びコントラストが確保された鮮明な画像を撮影することができ、また高品位な画像強調処理を行うことができる。

【0041】以上の構成によれば、入力画像データS1のエッジ成分を保存したまま当該入力画像データS1を平滑化して平滑化画像データS11を生成した後、当該平滑化画像データS11をオフセット分として入力画像データS1から減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した上で平滑化画像データS11を加算することにより、入力画像データS1のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルを強調することができ、かくして画像のダイナミックレンジを維持しながら従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させる得る。

【0042】(2)第2の実施の形態

図1との対応部分に同一符号を付して示す図7は、第2の実施の形態のビデオカメラ50を示し、画像処理回路51の構成を除いて、第1の実施の形態のビデオカメラ1と同様に構成されている。

【0043】この実施の形態の場合、非線形平滑化器5は、平滑化画像データS11を加算器40及び遅延回路52に送出する。加算器40は、遅延画像データS15から平滑化画像データS11を減算し、その結果得た差分画像データS16を雑音除去フィルタ53に送出する。

【0044】雑音除去フィルタ53は、差分画像データS16の雑音成分を低減し、その結果得られる差分画像データS30を乗算器42に送出する。雑音除去フィルタ53は、例えば図8に示すような入出力特性を有し、図中矢印で示した範囲の小振幅成分を出力しないことで雑音成分を低減させるコアリングと呼ばれる階調変換を施す。この結果、後段の乗算器42において雑音成分が増幅されて画像処理回路51から出力される画像データのS/N比(信号対雑音比)が劣化することを防止している。

【0045】乗算器42は、差分画像データS30の各画素値にそれぞれゲイン係数を乗算して増幅し、その結果得た差分画像データS31を加算器41に送出する。遅延回路52は、平滑化画像データS11を所定量遅延し、これを遅延平滑化画像データS32として加算器41に送出する。

【0046】加算器41は、乗算器42から供給される差分画像データS31の各画素値に対して、オフセット分である平滑化画像データS32の各画素値を加算し、その結果得た出力画像データS33をルックアップテーブル54に送出する。ルックアップテーブル54は、出

10

力画像データS33に対して例えば図9に示すような黒近傍及び白近傍を圧縮する階調変換を施し、その結果得た出力画像データS34をカメラ信号処理回路45に送出する。これにより加算器41の加算処理によって画素値が黒又は白側でダイナミックレンジを超える場合であっても、黒近傍又は白近傍で階調がつぶれるクリッピングひずみが発生することを防止する。

【0047】以上の構成において、画像処理回路51は、非線形平滑化器5によって入力画像データS1のエッジ成分を保存したまま当該入力画像データS1を平滑化して平滑化画像データS11を生成する。そして画像処理回路51は、この平滑化画像データS11をオフセット分として元画像である遅延画像データS15から減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した後、オフセット分である平滑化画像データS11を加算する。

【0048】従って、入力画像データS1のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルを強調することができ、かくして画像のダイナミックレンジを維持しながら画像全体のコントラストを向上させることができると共に、エッジ付近でも画像の鮮鋭度を向上させることができる。

【0049】以上の構成によれば、入力画像データS1のエッジ成分を保存したまま当該入力画像データS1を平滑化して平滑化画像データS11を生成した後、当該平滑化画像データS11をオフセット分として入力画像データS1から減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した上で平滑化画像データS11を加算することにより、入力画像データS1のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルを強調することができ、かくして画像のダイナミックレンジを維持しながら従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させる得る。

【0050】また雑音除去フィルタ53において差分画像データS16の雑音成分を低減することにより、後段の乗算器42において雑音成分が増幅され出力画像データS34のS/N比が劣化することを防止し得る。さらにルックアップテーブル54において出力画像データS33に対して黒近傍及び白近傍を圧縮する階調変換を施すことにより、画素値がダイナミックレンジを超える場合であってもクリッピングひずみの発生を防止し得る。

【0051】(3)第3の実施の形態

図10において、60は全体として第3の実施の形態のビデオカメラ60を示し、CCD61によってカラー画像を撮像し、当該撮像されたカラー画像を入力画像データS40として色分離回路62に入力する。色分離回路62は、この入力画像データS40をR(赤色)G(緑色)B(青色)の3原色の画像データにそれぞれ分離し、このうち緑色の画像データを緑色画像データS40Gとして画像処理部63の画像処理回路3Aに入力し、赤色の画像データを赤色画像データS40Rとして画像

11

処理部 63 の画像処理回路 3B に入力し、青色の画像データを青色画像データ S40B として画像処理部 63 の画像処理回路 3C に入力する。

【0052】画像処理回路 3A~3C は、それぞれ図 1 に示す画像処理回路 3 と同様の構成であり、入力される画像データ S40G、S40R 及び S40B に対してエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルを強調する処理をそれぞれ施すようになされている。

【0053】すなわち、画像処理回路 3A は、緑色画像データ S40G のエッジ成分を保存したまま当該緑色画像データ S40G を平滑化して平滑化緑色画像データを生成した後、当該平滑化緑色画像データをオフセット分として緑色画像データ S40G から減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した上で平滑化緑色画像データを加算することにより、緑色出力画像データ S41G を生成しカメラ信号処理回路 64 に送出する。

【0054】画像処理回路 3B 及び 3C は、画像処理回路 3A と同様に、赤色画像データ S40R 及び青色画像データ S40B に対してそれぞれ上述の処理を施すことにより、赤色出力画像データ S41R 及び青色出力画像データ S41B を生成しカメラ信号処理回路 64 にそれぞれ送出する。

【0055】カメラ信号処理回路 64 は、緑色出力画像データ S41G、赤色出力画像データ S41R 及び青色出力画像データ S41B それぞれに対して所定のデータ処理を施し、その結果得た出力画像データ S42 を VT R65 に送出して記録する。

【0056】以上の構成において、画像処理回路 3A~3C は、画像データ S40G、S40R 及び S40B のエッジ成分を保存したまま当該画像データ S40G、S40R 及び S40B をそれぞれ平滑化して平滑化画像データを生成する。そして画像処理回路 3A~3C は、この平滑化画像データをオフセット分として元画像である画像データ S40G、S40R 及び S40B からそれぞれ減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した後、オフセット分である平滑化画像データをそれぞれ加算する。

【0057】従って、画像データ S40G、S40R 及び S40B のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルをそれぞれ強調することができ、かくして画像のダイナミックレンジを維持しながら画像全体のコントラストを向上させることができると共に、エッジ付近でも画像の鮮鋭度を向上させることができる。

【0058】以上の構成によれば、画像データ S40G、S40R 及び S40B のエッジ成分を保存したまま当該画像データ S40G、S40R 及び S40B をそれぞれ平滑化して平滑化画像データを生成した後、当該平滑化画像データをオフセット分として画像データ S40

12

G、S40R 及び S40B からそれぞれ減算し、その減算結果にゲイン係数を乗算した上で平滑化画像データをそれぞれ加算することにより、画像データ S40G、S40R 及び S40B のうちエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルを強調することができ、かくして画像のダイナミックレンジを維持しながら従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させ得る。

【0059】また、CCD61 によって撮像されたカラー画像を RGB の 3 原色に分離し、当該分離された画像データ S40G、S40R 及び S40B に対してそれぞれエッジ成分を保存したまま当該エッジ成分以外の小振幅成分の信号レベルをそれぞれ強調する画像処理を施すことにより、カラー画像が入力される場合であっても、画像のダイナミックレンジを維持しながら従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させ得る。

【0060】(4) 他の実施の形態

なお上述の第 2 の実施の形態においては、コアリングと呼ばれる手法を用いた雑音除去フィルタ 53 によって差分画像データ S16 から雑音成分を低減する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図 4 に示す  $\epsilon$  フィルタ 12A によって雑音除去フィルタを構成し、差分画像データ S16 の小振幅成分のみ平滑化して雑音成分を低減するようにしても良い。

【0061】また上述の第 2 の実施の形態においては、雑音除去フィルタ 53 を加算器 40 の後段に配置した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、雑音除去フィルタ 53 を乗算器 42 の前段に位置すれば良く、遅延回路 4 の前段又は後段に配置しても良い。

【0062】また上述の第 3 の実施の形態においては、色分離回路 62 によって入力画像データ S40 を RGB の 3 原色信号に分離した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、輝度信号 Y、赤色信号 R から輝度信号 Y を減算した色差信号 R-Y 及び青色信号 B から輝度信号 Y を減算した色差信号 B-Y に分離するようにしても良い。

【0063】また上述の第 3 の実施の形態においては、画像処理回路 3A~3C 中の  $\epsilon$  フィルタを 1 次元又は 2 次元の  $\epsilon$  フィルタによって構成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、3 次元の  $\epsilon$  フィルタによって構成するようにしても良い。

【0064】この場合、図 10 との対応部分に同一符号を付して示す図 11 に示すように、ビデオカメラ 70 の画像処理部 71 は、色分離回路 60 から供給される緑色画像データ S40G を画像処理回路 72A~72C に入力し、赤色画像データ S40R を画像処理回路 72A~72C に入力し、青色画像データ S40B を画像処理回路 72A~72C に入力する。

【0065】画像処理回路 72A~72C は、例えば緑

色画像データS40Gの画素値を $g_n$ 、赤色画像データS40Rの画素値を $r_n$ 及び青色画像データS40Bの画素値を $b_n$ とした場合、上述の(1)式における画素値 $x_n$ と画素値 $x_{n-k}$ の差の絶対値 $|x_n - x_{n-k}|$ に\*

$$((r_n - r_{n-1})^2 + (g_n - g_{n-1})^2 + (b_n - b_{n-1})^2)^{1/2}$$

【0067】をそれぞれ用いることにより、一段と効果的な平滑化を行うようになされている。

【0068】また上述の第3の実施の形態においては、入力画像データS40をRGBの3原色に分離し、当該分離された画像データS40G、S40R及びS40Bそれぞれに対して画像強調処理を施す場合について述べたが、本発明はこれに限らず、入力画像データS40の輝度データのみ画像強調処理を施して全体の演算量を削減するようにしても良い。

【0069】図10との対応部分に同一符号を付して示す図12に示すように、ビデオカメラ80の画像処理部81は、色分離回路62から供給される緑色画像データS40G、赤色画像データS40R及び青色画像データS40Bを画像処理部81のマトリクス回路82に投入する。マトリクス回路82は、緑色画像データS40G、赤色画像データS40R及び青色画像データS40Bを、輝度データS50A、赤色画像データS40Rから当該輝度データS50Aを減算した色差データS50B及び青色画像データS40Bから当該輝度データS50Aを減算した色差データS50Cに変換し、このうち輝度データS50Aを画像処理回路3A並びに除算器83A及び83Bに送出し、色差データS50Bを除算器83Aに送出し、色差データS50Cを除算器83Bに送出する。

【0070】画像処理回路3Aは、図1に示す画像処理回路3と同様に構成され、輝度データS50Aに対して画像強調処理を施し、その結果得た出力輝度データS51Aを乗算器84A及び84B並びにカメラ信号処理回路64に送出する。除算器83A及び83Bは、それぞれ色差データS50B及びS50Cを輝度データS50Aで除算することにより、色差データS50B及びS50Cを輝度データS50Aでそれぞれ正規化した正規化データS52A及びS52Bを生成し、これらを遅延回路85A及び85Bにそれぞれ送出する。

【0071】遅延回路85A及び85Bは、正規化データS52A及びS52Bをそれぞれ所定量遅延させ、これらを遅延正規化データS53A及びS53Bとして乗算器84A及び84Bに送出する。乗算器84A及び84Bは、遅延正規化データS53A及びS53Bに対して輝度データS51Aをそれぞれ乗算することにより、色差データS54A及びS54Bを生成し、これらをカメラ信号処理回路64に送出する。

【0072】さらに上述の実施の形態においては、本発

\*代わりに、次式

【0066】

【数5】

$$\cdots (5)$$

明をビデオカメラ1、50及び60に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば電子スチルカメラ、プリンタ、ディスプレイ、コンピュータのような他の種々の画像処理装置に本発明を広く適用し得る。この場合、コンピュータでは、画像コントラストを修正する際、ダイナミックレンジを維持しながら高品位なコントラスト修正画像を得ることができ、また異なる照明条件下で得られた画像同士を合成する際、それぞれのコントラスト成分の違いのみを補正でき、自然な合成画像を生成することができる。

【0073】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅することにより、エッジ以外の部分を強調して表示することができ、かくして従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させ得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるビデオカメラの第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】非線形平滑化器の構成を示すブロック図である。

【図3】εフィルタの動作の説明に供する略線図である。

【図4】εフィルタの構成を示すブロック図である。

【図5】レジスタ列の構成を示すブロック図である。

【図6】セクタの構成を示すブロック図である。

【図7】第2の実施の形態のビデオカメラの構成を示すブロック図である。

【図8】雑音除去フィルタの入出力特性の説明に供する略線図である。

【図9】ルックアップテーブルの説明に供する略線図である。

【図10】第3の実施の形態のビデオカメラの構成を示すブロック図である。

【図11】他の実施の形態のビデオカメラの構成を示すブロック図である。

【図12】他の実施の形態のビデオカメラの構成を示すブロック図である。

【図13】レジスタ22を用いたεフィルタの例を示す図である。

【図14】レジスタ22の数と周波数応答の関係を示す図である。



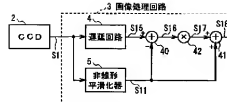
15

【図15】図14の周波数応答に対応するフィルタの係数を示す図である。

【符号の説明】

6 0 ……ビデオカメラ、2、6 1 ……CCD、3、5

【図1】



1

【図5】

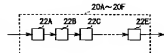
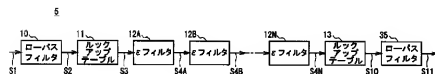


図5 レジスタ列の構成

図1 第1の実施の形態のビデオカメラの構成

【図2】



5

【図9】

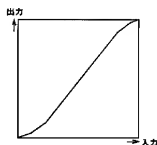
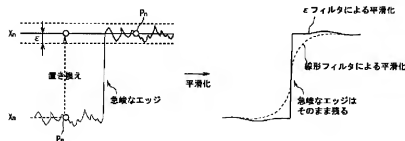


図9 ルックアップテーブル

図2 非線形平滑化器の構成

【図3】

図3  $\epsilon$ フィルタの動作

【図8】

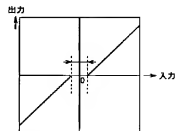


図8 雑音除去フィルタの入出力特性

【図4】

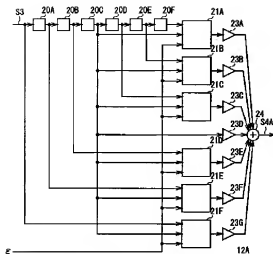


図4 cフィルタの構成

【図6】

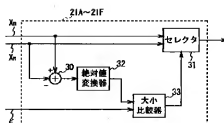


図6 セクタの構成

【図7】

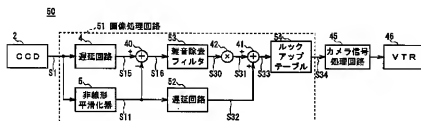


図7 第2の実施の形態のビデオカメラの構成

【図10】

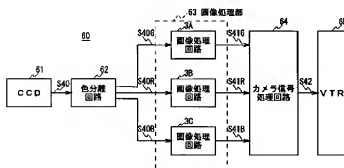


図10 第3の実施の形態のビデオカメラの構成

【図13】

a00	0	a10	0	a20	0	a30	0	a40	0	a50	0	a60	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a01	0	a11	0	a21	0	a31	0	a41	0	a51	0	a61	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a02	0	a12	0	a22	0	a32	0	a42	0	a52	0	a62	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a03	0	a13	0	a23	0	a33	0	a43	0	a53	0	a63	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a04	0	a14	0	a24	0	a34	0	a44	0	a54	0	a64	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a05	0	a15	0	a25	0	a35	0	a45	0	a55	0	a65	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a06	0	a16	0	a26	0	a36	0	a46	0	a56	0	a66	0

図13 レジスタ22を用いたcフィルタの例

【図11】

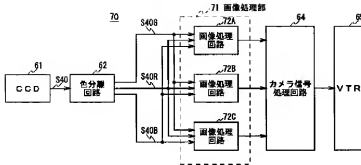


図11 他の実施の形態のビデオカメラの構成

【図15】

Filter A: 0.33 0.33 0.33  
 Filter B: 0.33 0.00 0.33 0.00 0.33  
 Filter C: 0.33 0.00 0.00 0.33 0.00 0.33

図15 レジスタ22の数とフィルタ係数

【図12】

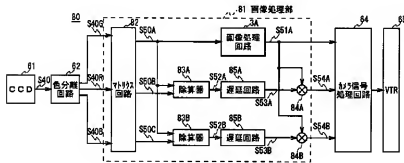


図12 他の実施の形態のビデオカメラの構成

【図14】

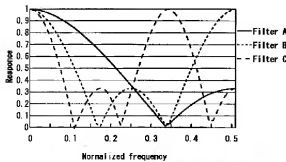


図14 レジスタ22の数と周波数応答の関係

フロントページの続き

(72)発明者 上田 和彦  
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー  
株式会社内

F ターム(参考) 5B057 BA02 CA01 CA02 CA08 CA12  
CA16 CB01 CB02 CB08 CB12  
CB16 CE03 CE05 CE06 CE11  
CH08  
5C021 PA34 PA42 PA52 PA57 PA62  
RB03 XA35 XB06 YA01  
5C022 AB51 AC69  
5C077 LL19 MM03 MP08 PP03 PP32  
PP48 PQ12 PQ23 TT09

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成20年1月10日(2008.1.10)

【公開番号】特開2001-298621(P2001-298621A)

【公開日】平成13年10月26日(2001.10.26)

【出願番号】特願2001-15121(P2001-15121)

【国際特許分類】

H 0 4 N 1/409 (2006.01)

G 0 6 T 5/20 (2006.01)

H 0 4 N 5/20 (2006.01)

H 0 4 N 5/232 (2006.01)

【F I】

H 0 4 N 1/40 1 0 1 D

G 0 6 T 5/20 B

H 0 4 N 5/20

H 0 4 N 5/232 Z

【手続補正書】

【提出日】平成19年11月15日(2007.11.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像データのエッジを保存したまま入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化手段と、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調手段と  
を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

入力画像データのうちの画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅する画像処理手段を具備する画像処理装置において、

上記画像処理手段は、

上記入力画像データの上記エッジを保存したまま上記入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化手段と、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調手段と  
を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】

上記平滑化手段は、

上記入力画像データ各々に対して非線形変換を施し非線形画像データを生成する非線形

変換手段と、

上記非線形画像データに対して、非線形デジタルフィルタを施し非線形平滑化画像データを生成する非線形フィルタリング手段と、

上記非線形平滑化画像データに対して上記非線形変換手段の逆変換を施して平滑化画像データを生成する非線形逆変換手段と

を具えることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

上記非線形フィルタリング手段は、中心画素とその近傍画素の差分値に基づいて平滑化の度合いを適応的に変化させる

ことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】

上記非線形変換手段は、上記差分値の大きさが上記画像データを撮像した際の照明光の強さに依存しないように上記入力画像データの値を変換する

ことを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】

上記非線形フィルタリング手段は、

直列に接続された大きさの異なる複数の非線形フィルタからなる

ことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項7】

上記非線形フィルタリング手段は、

直列に接続された大きさの異なる複数の非線形フィルタからなり、かつ小さいフィルタほど後段に位置する

ことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項8】

入力画像データのエッジを保存したまま入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化ステップと、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調ステップと

を具えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】

入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅する画像処理を施す画像処理方法において、

上記入力画像データの上記エッジを保存したまま上記入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化ステップと、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調ステップと

を具えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項10】

上記入力画像データ各々に対して非線形変換を施し非線形画像データを生成する非線形変換ステップと、

上記非線形画像データに対して、非線形デジタルフィルタを施し非線形平滑化画像データを生成する非線形フィルタリングステップと、

上記非線形平滑化画像データに対して上記非線形変換手段の逆変換を施して平滑化画像データを生成する非線形逆変換ステップと

を具えることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項11】

上記非線形フィルタリングステップにおいて、中心画素とその近傍画素の差分値に基づいて平滑化の度合いを適応的に変化させる

ことを特徴とする請求項10に記載の画像処理方法。

【請求項12】

上記非線形変換ステップにおいて、上記差分値の大きさが上記画像データを撮像した際の照明光の強さに依存しないように上記入力画像データの値を変換することを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

上記非線形フィルタリングステップにおいて、大きさの異なる複数の非線形フィルタを直列的に上記非線形画像データに施して上記非線形平滑化画像データを生成することを特徴とする請求項 1 0 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】

上記非線形フィルタリングステップにおいて、大きさの異なる複数の非線形フィルタを、その大きさが大きいものから順に直列的に上記非線形画像データに施して上記非線形平滑化画像データを生成することを特徴とする請求項 1 0 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 5】

コンピュータに対して、入力画像データのエッジを保存したまま入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化ステップと、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調ステップと  
を実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 1 6】

入力画像データのうち画素値の変化が急峻なエッジを保存したまま当該エッジ以外の部分を増幅する画像処理をコンピュータに対して実行させるための画像処理プログラムにおいて、

上記入力画像データの上記エッジを保存したまま上記入力画像データを平滑化し平滑化画像データを生成する平滑化ステップと、

上記平滑化画像データを上記入力画像データから減算し、当該減算結果を増幅した後、上記平滑化画像データを加算し出力画像データを生成する画像強調ステップと  
を実行させるための画像処理プログラム。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関し、例えばビデオカメラに適用して好適なものである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 5】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、従来に比して一段と画像全体のコントラスト及び鮮鋭度を向上させ得る画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムを提案しようとするものである。